

PENGARUH BEBAN KALOR TERHADAP THERMAL RESISTANCE UNTUK HEAT SINK FAN

HEATING LOAD EFFECT TO THERMAL RESISTANCE OF HEAT SINK FAN

Rozan Widhi Jatnika¹, Tri Ayodha Ajiwiguna, S.T., M.Eng.², M. Ramdhan kirom, M.si.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

rozanwj@gmail.com¹, tri.ayodha@gmail.com², jakasantang@gmail.com³

Abstrak

Thermal Resistance dapat menjadi salah satu aspek yang dapat mempengaruhi proses penyebaran kalor khususnya pada *Heat Sink Fan*. Nilai *Thermal Resistance* dan pengaruhnya terhadap performa *Heat Sink Fan* ini tidak lepas dari kalor yang dibebankan pada *Heat Sink Fannya*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh beban kalor terhadap *Thermal Resistance* pada *Heat Sink Fan* dengan menguji 5 *Heat Sink Fan* yang berbeda. Untuk mendapatkan hubungan pengaruh beban kalor dengan *Thermal Resistance* pada *Heat Sink Fan* dan mendapatkan *Heat Sink Fan* yang paling efektif melakukan penyebaran dan pembuangan kalor, pengujian dilakukan dengan memvariasikan keluaran sumber kalor yang dibebankan pada sistem dengan menaikkan tegangannya sedikit demi sedikit dengan menggunakan *dimmer* dan sumber kalornya adalah modul termoelektrik TEC 12706. Dari pengujian yang dilakukan, didapatkan *heatsink fan* dengan *thermal resistance* paling kecil adalah 0,064 °C/W dan *thermal resistance* paling kecil adalah 0,164 °C/W, semakin tinggi beban kalornya, maka *thermal resistancenya* semakin rendah, Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur karena adanya peningkatan temperatur pada permukaan *heat sink fan* yang mempengaruhi nilai laju perpindahan kalor (q) sehingga terjadi peningkatan perpindahan kalor konveksi dan nilai *thermal resistancenya* menjadi kecil.

Kata Kunci: Thermal Resistance, pengaruh beban kalor, Heatsink Fan

Abstract

Thermal Resistance can be one aspect that can affect the heat dissemination process especially on Heat Sink Fan. Thermal Resistance value and its effect on Heat Sink Fan performance is not free from the heat that is charged to the Heat Sink Fan. This study aims to determine and analyze the influence of heat load on Thermal Resistance on Heat Sink Fan by testing 5 different Heat Sink Fan. To obtain the relationship of heat load effect with Thermal Resistance on Heat Sink Fan and get Heat Sink Fan which is most effective at disseminating and discharging heat, the test is done by varying the output of heat source which is charged to the system by increasing the voltage bit by bit by using dimmer and the source of calor is a TEC 12706 thermoelectric module. From this experiment, the heatsink fan with the lowest thermal resistance is 0.064 °C / W and the highest thermal resistance is 0.164 °C / W, the higher the heat load, the lower thermal resistance. This is caused by temperature differences due to an increase in temperature on the surface of the heat sink fan which affects the heat transfer rate (q) so that an increase in heat transfer of convection and the thermal resistance value becomes small.

Keywords: Thermal Resistance, Heating Load Effect, Heatsink Fan

1. Pendahuluan

Dengan semakin banyaknya pengguna perangkat elektronik dari berbagai kalangan, dan dengan penggunaan dan kebutuhan yang bervariasi, spesifikasi yang dimiliki oleh perangkat elektronik saat ini pun bermacam-macam, menyesuaikan dengan semakin banyaknya perangkat elektronik dan berkembangnya teknologi. Komponen yang digunakan pun semakin bervariasi. Komponen seperti kapasitor, transistor, resistor dan lain-lain semakin banyak pilihannya dari spesifikasi yang rendah untuk penggunaan sederhana sampai yang spesifikasi yang tinggi untuk penggunaan yang lebih kompleks. Tetapi dengan semakin seringnya intensitas penggunaan perangkat elektronik, maka komponen-komponen didalamnya pun menjadi bekerja lebih sehingga

menyebabkan *over heat* pada perangkat elektronik. Hal ini menyebabkan kinerja perangkat elektronik menjadi tidak stabil dan bisa mengalami kerusakan. Maka untuk mencegah hal tersebut diperlukan suatu tindakan agar perangkat elektronik tidak mengalami *over heat*, tindakan tersebut adalah tindakan pengurangan kalor. Tindakan pengurangan kalor dilakukan untuk menjaga temperatur pada sebuah perangkat elektronik agar tidak *over heat*. Ada berbagai cara untuk melakukan tindakan pengurangan kalor pada perangkat elektronik dan komponennya salah satunya adalah dengan menggunakan *heat sink fan*.

Heat sink sendiri adalah logam dengan desain khusus yang umumnya terbuat dari alumunium atau tembaga (bisa merupakan kombinasi kedua material tersebut) yang berfungsi untuk memperluas transfer kalor dari komponen. Perpindahan kalor terjadi menggunakan aliran udara di dalam *casing*. metode pendinginan ini tidak cukup efektif, karena sangat bergantung kepada aliran udara di dalam *casing*. [1]

Jika aliran udaranya teganggu, maka bisa dipastikan komponen dalam perangkat elektronik akan mengalami *over heat*. Sehingga di gunakan metode yang lebih efektif dengan pengembangan dari *heat sink* yaitu *heat sink fan*, Cara kerja dari *heat sink fan* mirip seperti pada pendinginan menggunakan *heat sink*, tetapi pada *heat sink fan* ditambahkan sebuah kipas untuk mempercepat proses transfer kalor. *Heat sink fan* bekerja lebih baik daripada *Heat sink*. [1]

Pada *heat sink fan* biasanya terdapat spesifikasi yang diberikan oleh produsen, yaitu *fan speed*, *heatpipe*, *heat sink material*, *fan*, *bearing*, *noise level*, *current/voltage*, *dimentions*, *net weight*, dan *compatibility*. Namun belum ada yang memberikan spesifikasi *thermal resistance*. *Thermal resistance* adalah properti kalor dan pengukuran perbedaan suhu suatu objek atau material, dimana objek atau material tersebut tahan dari aliran kalor. [6] Dan belum ditemui spesifikasi grafik beban kalor terhadap *thermal resistance*, karena secara umum belum ditemui pengukuran *thermal resistance* dengan memperhitungkan beban kalor khususnya pada *heat sink fan*.

Karena *heat sink fan* melibatkan perpindahan kalor, *thermal resistance* ini menjadi salah satu parameter penting dalam baik atau tidaknya proses pelepasan kalor yang dilakukan oleh *heat sink fan*. Untuk itu agar dapat mengetahui pengaruh beban kalor terhadap *thermal resistance* pada *heat sink fan* dilakukan penelitian untuk mengukur *thermal resistance* pada heatsink fan, dengan menggunakan termoelektrik sebagai beban kalornya dan *stainless steel* sebagai material rujukannya. Dari penelitian yang dilakukan, memungkinkan untuk mendapatkan nilai *thermal resistance* pada *heat sink fan* dan menganalisis pengaruh beban kalor terhadap *thermal resistance* pada *heat sink fan*.

2. Dasar Teori

2.1 Heat Sink

Heat sink adalah logam dengan desain khusus yang dapat menyerap kalor yang digunakan pada suatu perangkat untuk membantu proses pendinginan pada suatu perangkat. Fungsi *heat sink* adalah untuk memperluas daerah perpindahan kalor dari suatu sumber kalor agar proses pembuangan kalor dapat cepat terjadi sehingga dapat membantu mempercepat proses pendinginan. Cara kerja *heat sink* adalah, *heat sink* akan menerima kalor dari sumber kalor, dari permukaan yang bersentuhan dengan sumber kalor lalu kalor tersebut akan menyebar ke seluruh bagian *heat sink* melalui bagian sirip-sirip *heat sink*.

2.2 Termoelektrik

Termoelektrik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi kalor (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik secara langsung. Selain itu, termoelektrik juga dapat mengkonversikan energi listrik menjadi proses pompa kalor/refrigerasi. Teknologi termoelektrik adalah teknologi yang bekerja dengan mengkonversi energi kalor menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber kalor dan dingin.

2.3 Perpindahan Kalor Konduksi

Perpindahan kalor konduksi adalah proses perpindah kalor yang merupakan suatu proses perpindahan kalor secara spontan tanpa disertai perpindahan partikel media karena adanya perbedaan temperatur yang mengalir dari temperatur yang lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah.

$$q = -kA \frac{(\Delta T)}{l}$$

Keterangan :

q = laju perpindahan kalor konduksi (W)

A = luas penampang (m²)

k = konduktivitas material (Wm⁻¹K⁻¹) (konstanta proporsionalitas)

$$\Delta T = \text{Perbedaan Temperatur (K)}$$

$$l = \text{Panjang logam (m}^2\text{)}$$

2.4 Thermal Resistance

Suatu konsep yang menyatakan kemampuan suatu bahan dalam menghambat aliran kalor disebut *Thermal resistance* yang merupakan perbandingan antara ketebalan suatu bahan dengan konduktivitas bahan tersebut.^[6]

$$\theta = \frac{\Delta T}{Q}$$

Keterangan :

$$\theta : \text{Thermal resistance (}^{\circ}\text{C/w)}$$

$$Q : \text{Laju perpindahan kalor (watt)}$$

$$\Delta T : \text{Perbedaan temperatur (}^{\circ}\text{C)}$$

2.5 Analogi Rangkaian Listrik

Untuk melakukan perhitungan aliran kalor pada suatu bahan dapat dilakukan dengan menggunakan analogi rangkaian listrik dari hukum Ohm, dengan analogi berikut :

q (laju perpindahan kalor) -> Aliran arus listrik^[7]

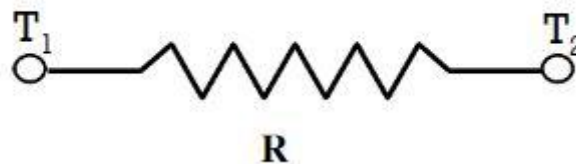
Temperatur -> Potensial^[7]

k (konduktivitas termal), Δx (Tebal bahan), A (Luas Permukaan) -> R (Tahanan)^[7]

Analogi rangkain listrik hukum Ohm -> $\text{aliran} = \frac{\text{Potensial}^{[7]}}{\text{Tahanan}}$

$$I = \frac{V}{R} \cong q = -\frac{\Delta T}{\Delta X/kA}$$

→ q



Gambar 2.1. Analogi Rangkaian listrik^[6]

Bila aliran kalor dinyatakan dengan analogi listrik :

$$q = -\frac{\Delta T}{\frac{\Delta X}{kA}} = -\frac{T_2 - T_1}{\Delta X/kA}$$

$$q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{T_1 - T_2}{\Delta X/kA}$$

2.6 Perpindahan Kalor Konveksi

Perpidahan kalor secara konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat perantaranya. Umumnya peristiwa perpindahan kalor secara konveksi terjadi pada zat cair atau fluida dan gas. Berdasarkan pergerakan fluidanya perpindahan kalor konveksi dibagi menjadi dua. Konveksi paksa ialah proses perpindahan kalor yang disebabkan oleh suatu sumber gerak eksternal. Sedangkan konveksi alami ialah perpindahan kalor yang terjadi secara alami akibat perbedaan massa jenis antara dua benda.^[8]

$$q = h \cdot A_s (T_s - T_{\infty})$$

Ketereangan :

$$q = \text{laju perpindahan kalor (W)}$$

$$h = \text{koefisien perpindahan kalor secara konveksi (W/ m}^2\text{.K)}$$

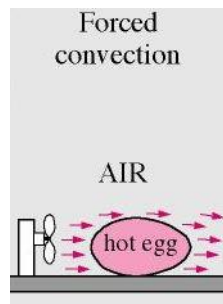
$$A_s = \text{luas permukaan yang terkena aliran udara (m}^2\text{)}$$

$$T_s = \text{temperature permukaan (K)}$$

$$T_{\infty} = \text{temperatur Fluida (K)}$$

2.7 Perpindahan Kalor Konveksi Paksa

Konveksi paksa adalah perpindahan kalor konveksi yang aliran fluidanya bergerak karena adanya gaya pemaksa. Fluida bergerak karena adanya alat yang digunakan untuk menggerakkan fluida tersebut pompa, blower dan sebagainya.

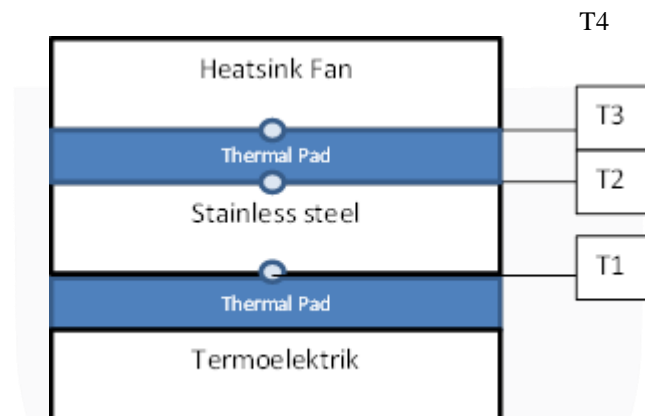


Gambar 2.2. Konveksi Paksa^[8]

3. Pembahasan

3.1 Perancangan Sistem

Sistem yang akan dirancang ini menggunakan termoelektrik yang ditempelkan pada *stainless steel* yang dibentuk menjadi persegi panjang yang di sisi tengah bagian atas dan bawahnya Diletakan termokopel yang diintegrasikan dengan *Thermocouple Thermometer*, kemudian sebuah *heat sink fan* ditaruh di bagian atas *stainless steel*.



Gambar 3.1 Rancangan Sistem

3.2 Pengujian dan pengmabilan data

Pengujian dilakukan dengan menyambungkan termoelektrik ke *power supply*, dalam penelitian ini sisi yang digunakan pada termoelektrik adalah sisi kalornya, lalu *stainless steel* menerima kalor yang diterima dari termoelektrik dan mengalirkannya ke *heat sink fan*, lalu termokopel di bagian *stainless steel* dan bagian *heat sink fan* akan mendeteksi suhu yang ada pada *stainless steel* dan *heat sink fan*, kemudian suhu akan terbaca oleh *Thermocouple Thermometer*, sehingga data yang didapat adalah suhu pada *stainless steel* dan suhu pada *heat sink fan*.

Pada termokopel 1 dan termokopel 2 didapatkan T_1 dan T_2 untuk perhitungan laju aliran kalor pada *stainless steel* yaitu laju aliran kalor konduksi, karena sistem dirangkai secara seri maka laju aliran konduksi pada *stainless steel* akan sama dengan laju aliran pada *heat sink fan* sehingga untuk mendapatkan nilai q_{konduksi} menggunakan persamaan :

$$Q_{\text{konduksi}} = Q_{\text{HS}}$$

$$q_{\text{konduksi}} = kA \frac{T_1 - T_2}{L}$$

keterangan :

q_{konduksi} = Laju Aliran Kalor Pada *Stainless Steel* (Watt)

k = Konduktivitas Termal *Stainless Steel* ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)

A = Luas Penampang *Stainless Steel* (m^2)

T_1 = Temperatur Pada Daerah Antara Termoelektrik Dan *Stainless Steel* ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Temperatur Pada daerah antara *Stainless Steel* dan *Heat sink fan(1)* ($^{\circ}\text{C}$)

L = Tebal *Stainless Steel* (m)

Dari data yang sudah didapat tersebut kemudian digunakan untuk mencari nilai *thermal resistance* pada *heat sink fan* dengan menggunakan persamaan :

$$\theta = \frac{\Delta T}{q_{\text{konduksi}}} = \frac{T_3 - T_4}{q_{\text{konduksi}}}$$

Keterangan:

θ = *Thermal Resistance* ($^{\circ}\text{C}/\text{w}$)

T_3 = Temperatur Pada daerah antara *Stainless Steel* dan *Heatsink fan (2)* ($^{\circ}\text{C}$)

T_4 = Temperatur Lingkungan ($^{\circ}\text{C}$)

q_{konduksi} = Laju aliran kalor pada *Stainless Steel* (watt)

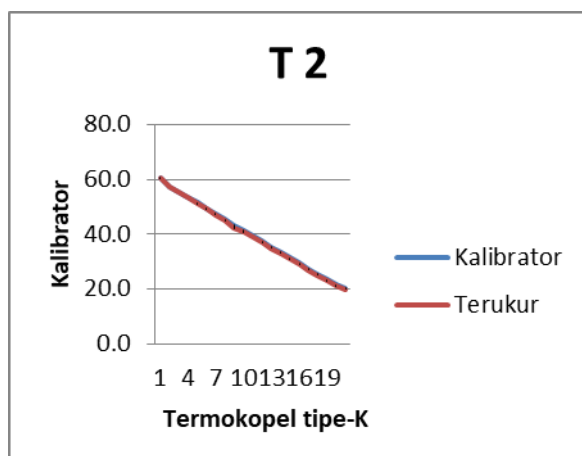
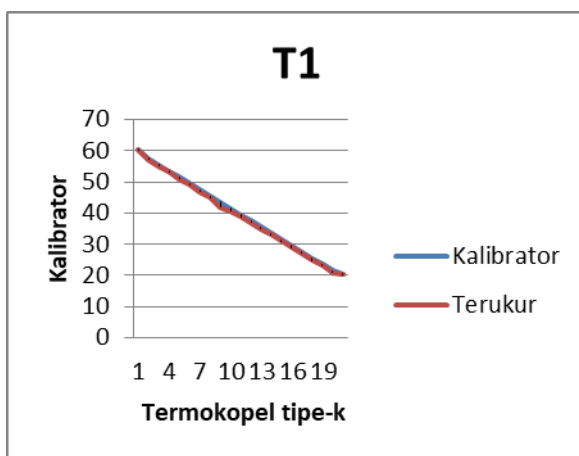
Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan beban kalor dengan menaikkan tegangannya sedikit demi sedikit menggunakan *dimmer*. Pengambilan 30 data akan dilakukan ketika objek ukur diberi dan menerima beban kalor dari termoelektrik dan dalam keadaan *steady state*.

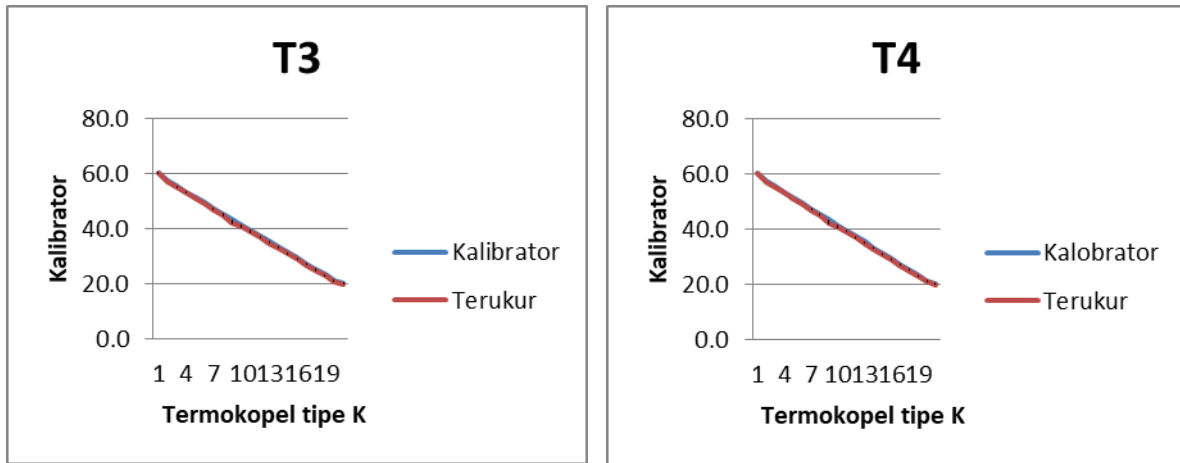
3.2 Instrumen Ukur Suhu

3.2.1 Kalibrasi Instrumen Ukur Suhu

Kalibrasi bertujuan untuk mengetahui nilai *error* pada suatu instrumen alat ukur. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan kalibrator sebagai alat ukur standar. Kalibrator yang digunakan adalah *thermocouple calibrator mastech MS7220*.

3.2.2 Hasil Kalibrasi Instrumen Ukur Suhu



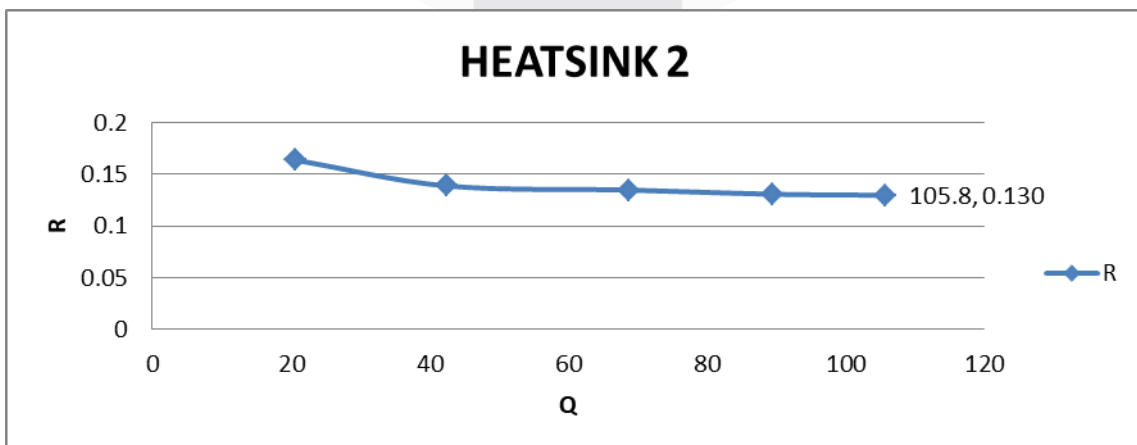
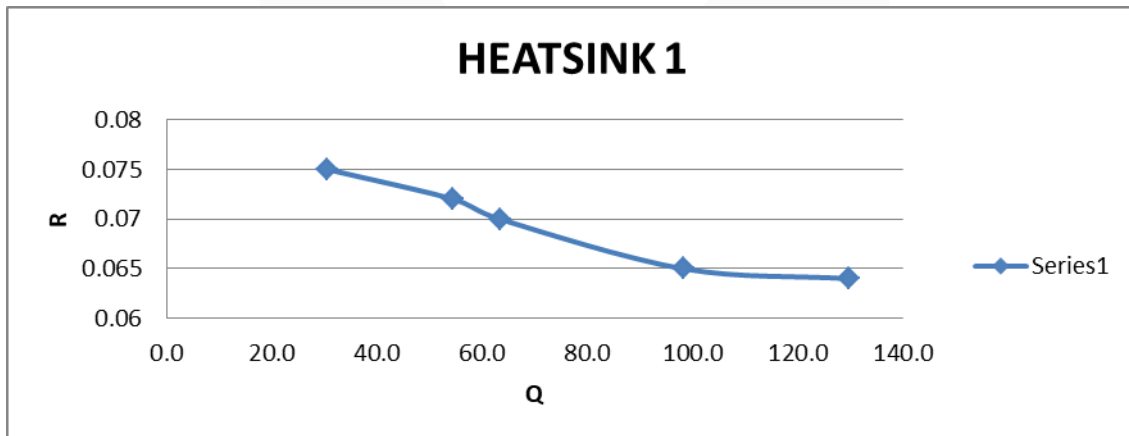


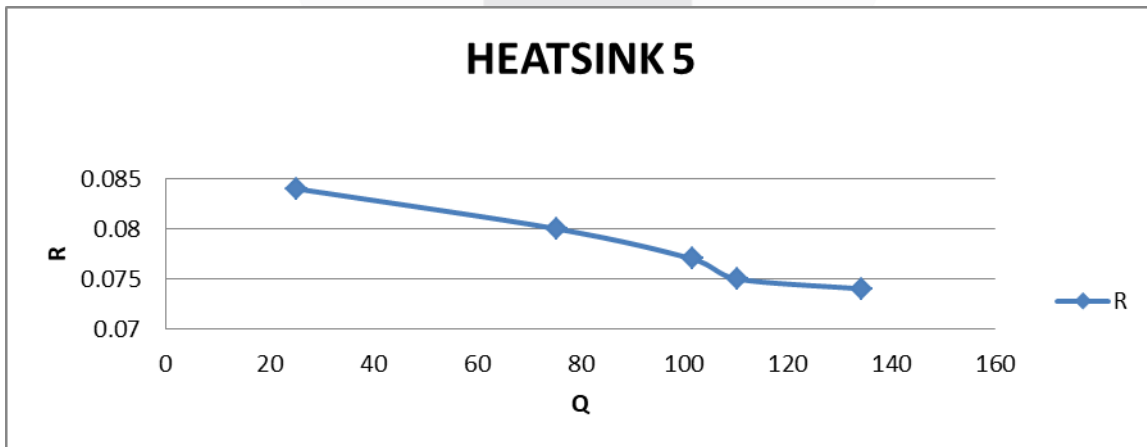
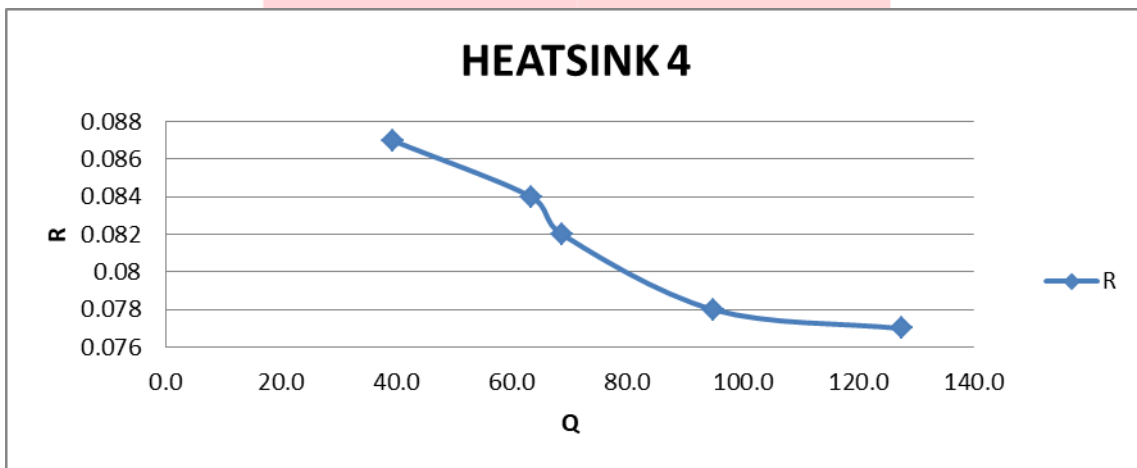
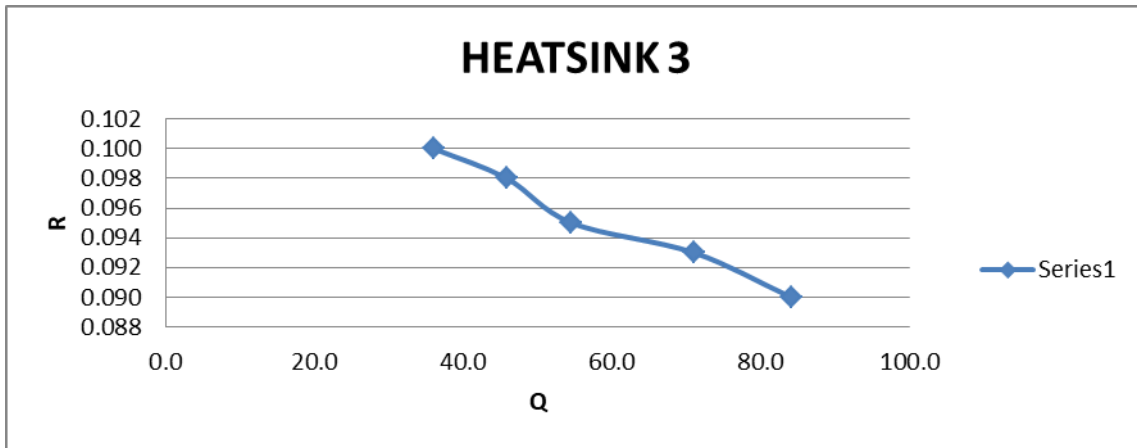
Gambar 3.2 grafik hasil kalibrasi

Dari hasil kalibrasi tersebut didapatkan data kalibrasi yang terlampir pada lampiran. Didapatkan masing-masing nilai *error* rata-ratanya adalah T1: 0.6 °C, T2: 0.4 °C, T3: 0.5 °C, dan T4: 0.4 °C dan nilai *maximal error*nya adalah T1: 1.5 °C, T2: 1.3 °C, T3: 1.4 °C, T4: 1.3 °C.

3.3. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menguji 5 *Heat sink fan* yang berbeda yang ditunjukkan pada gambar 4.4 untuk mendapatkan pengaruh beban kalor terhadap *thermal resistance* pada *heat sink fan*. *Supply* kalor didapatkan dari termoelektrik TEC 1206.





Gambar 3.3 . Grafik pengaruh beban kalor terhadap *thermal resistance* pada *heat sink fan*

Dari grafik di atas tersebut, dari pengujian 5 *heat sink fan* didapatkan *thermal resistance* paling tinggi didapatkan saat beban kalor pada 20.7 W dengan nilai *thermal resistancenya* adalah 0.164 °C/W yang dimiliki oleh *heat sink fan 2* dan *thermal resistance* paling rendah didapatkan saat beban kalor 129,8 W dengan nilai *thermal resistancenya* 0.0064 °C/W yang dimiliki oleh *heat sink fan 1* yang terdapat pada data lampiran. Dari hasil pengujian yang didapatkan, bahwa semakin besar beban kalor yang diberikan, maka *thermal resistancenya* akan makin mengecil. Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur karena adanya peningkatan temperatur pada permukaan *heat sink fan* yang mempengaruhi nilai laju perpindahan kalor (q) sehingga terjadi peningkatan perpindahan kalor konveksi dan nilai *thermal resistancenya* menjadi kecil.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, telah dilakukan pengujian terhadap 5 *heat sink fan* untuk mengetahui pengaruh beban kalor terhadap *thermal resistance* pada *heat sink fan*. Pengujian dilakukan terlebih dahulu dengan mengkalibrasi instrumen ukur temperatur yang digunakan dan didapatkan masing-masing nilai *error* rata-ratanya adalah T1: 0.6 °C, T2: 0.4 °C, T3: 0.5 °C, dan T4: 0.4 °C dan nilai *maximal error*nya adalah T1: 1.5 °C, T2: 1.3 °C, T3: 1.4 °C, T4: 1.3 °C. Dari hasil pengujian 5 *heatsink fan* didapatkan *thermal resistance* paling tinggi didapatkan saat beban kalor pada 20.7 W dengan nilai *thermal resistancenya* adalah 0.164 °C/W yang dimiliki oleh *heat sink fan 2* dan *thermal resistance* paling rendah didapatkan saat beban kalor 129,8 W dengan nilai *thermal resistancenya* 0.0064 °C/W yang dimiliki oleh *heat sink fan 1*. Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur karena adanya peningkatan temperatur pada permukaan *heat sink fan* yang mempengaruhi nilai laju perpindahan kalor (q) sehingga terjadi peningkatan perpindahan kalor konveksi dan nilai *thermal resistancenya* menjadi kecil.

5. Referensi

- [1] Pendinginan komputer . <https://id.wikipedia.org>. [Online] 31 1 2016. [Cited: 26 6 2016.] https://id.wikipedia.org/wiki/Pendinginan_computer.
- [2] Nurdin, Moch.Arif, et al., et al. *Modul 3 Termoeletrik*. Bandung : Institut Teknologi Bandung, 2013.
- [3] Sugiyanto. *Perpustakaan Universitas Indonesia*. [Online] 2008. <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/125322-R020843-Pengembangan%20cool-Literatur.pdf>.
- [4] Keith, Frank. *Prinsip-prinsip Perpindahan Kalor edisi ketiga*. Jakarta : Erlangga, 1997.
- [5] Holman.J.P. *Perpindahan kalor Edisi 6*. Jakarta : Erlangga, 1997.
- [6] Zemansky, Mark W and Dittman, Richard H. *Kalor dan Termodinamika Terbitan keenam*. Bandung : Institut Teknologi Bandung, 1986.
- [7] Buchori, Lucman. *Perpindahan Kalor (Heat Transfer)*. [Online] [Cited: 2 6 2016.] https://www.academia.edu/4783694/PERPINDAHAN_KALOR_HEAT_TRANSFER_.
- [8] Cengel, Yunus A. and Ghajar, Afshin J. *Heat And Mass Transfer Fundamental & Application*. New York : Mcgraw-Hill Education, 2015.